

Herdabilidades e Correlações Genéticas para Peso e Perímetro Escrotal de Machos e Características Reprodutivas e de Crescimento de Fêmeas, na Raça Canchim¹

Ana Mary da Silva², Maurício Mello de Alencar^{3,4}, Alfredo Ribeiro de Freitas^{3,4},
Rogério Taveira Barbosa³, Pedro Franklin Barbosa³, Márcia Cristina de Sena Oliveira³,
Luciano de Almeida Corrêa³, Antonio Pereira de Novaes³, Rymer Ramiz Tullio³

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estimar as herdabilidades e as correlações genéticas do peso (P12) e do perímetro escrotal (PE12) aos 12 meses de idade de machos e dos pesos ao primeiro (PPP) e segundo (PSP) partos, idades ao primeiro (IPP) e segundo (ISP) partos, peso adulto (PAD) e parâmetros A (peso assintótico) e k (taxa de maturação) da curva de Von Bertalanffy de fêmeas, na raça Canchim. Utilizou-se o método da máxima verossimilhança restrita com modelo que incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e efeitos aleatórios de animal. As estimativas de herdabilidade foram iguais a: 0,37 (P12); 0,30 (PE12); 0,38 (A); 0,35 (k); 0,12 (IPP); 0,33 (PPP); 0,04 (ISP); 0,39 (PSP); e 0,38 (PAD). As correlações genéticas de P12 com as características das fêmeas foram iguais a: 0,19 (parâmetro A); 0,62 (parâmetro k); -0,58 (IPP); 0,69 (PPP); -0,56 (ISP); 0,61 (PSP) e 0,60 (PAD). As correlações genéticas de PE12 com as características das fêmeas foram iguais a: -0,24 (A); 0,27 (k); -0,47 (IPP); 0,09 (PPP); -0,67 (ISP); 0,07 (PSP); e -0,17 (PAD). Estes resultados indicam que P12 e PE12 nos machos e os pesos (PPP, PSP e PAD) e os parâmetros A e k nas fêmeas possuem variação genética aditiva suficiente para que haja resposta à seleção massal. A seleção para aumentar P12 nos machos deve resultar em respostas correlacionadas desejáveis em IPP, ISP e k das fêmeas, mas com aumentos nos pesos (PPP, PSP e PAD). A seleção para aumentar PE12 nos machos deve resultar em respostas favoráveis em IPP, ISP e k das fêmeas, sem causar aumentos no peso adulto.

Palavras-chave: bovinos de corte, características reprodutivas, fêmeas, machos, peso adulto, seleção

Heritabilities and Genetic Correlations for Male Body Weight and Scrotal Circumference and Female Reproductive and Growth Traits, in Canchim Cattle

ABSTRACT - The objective of this study was to estimate heritabilities of and genetic correlations among male body weight (BW12) and scrotal circumference (SC12) at 12 months of age, and female body weights at first (BWFC) and second (BWSC) calvings, age at first (AFC) and second (ASC) calvings, adult weight (AW), and mature weight (A) and maturation rate (k) obtained by the use of the Von Bertalanffy model. The restricted maximum likelihood method with an animal model that included the fixed effects of contemporary group and the random effects of animals, was used to estimate the variance and covariance components. The heritability estimates were equal to: 0.37 (BW12), 0.30 (SC12), 0.38 (A), 0.35 (k), 0.12 (AFC), 0.33 (BWFC), 0.04 (ASC), 0.39 (BWSC), and 0.38 (AW). The genetic correlations among BW12 and the female traits were: 0.19 (parameter A), 0.62 (parameter k), -0.58 (AFC), 0.69 (BWFC), -0.56 (ASC), 0.61 (BWSC), and 0.60 (AW). The genetic correlations among SC12 and the female traits were: -0.24 (A), 0.27 (k), -0.47 (AFC), 0.09 (BWFC), -0.67 (ASC), 0.07 (BWSC), and -0.17 (AW). These results indicate that male body weight and scrotal circumference and female weights (BWFC, BWSC and AW) and growth curve parameters A and k have enough additive genetic variation to respond to mass selection. Selection to increase male body weight at 12 months of age should result on favorable correlated changes in AFC, ASC and parameter k of females, but with increases in female body weights (BWFC, BWSC and AW). Selection to increase SC12 should result on desirable correlated responses in AFC, ASC and k, without any considerable change in female adult body weights.

Key Words: beef cattle, reproductive traits, female, male, adult body weight, selection

Introdução

As características econômicas mais importantes em qualquer sistema de produção de carne bovina são a eficiência reprodutiva do rebanho de vacas e a taxa de crescimento dos animais (WILLHAM, 1971). O peso aos 12 meses de idade tem sido incluído nos

programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil, visando melhorar o desempenho produtivo dos rebanhos, em função de sua herdabilidade de magnitude média e por estar relacionado positivamente com outros pesos em idades mais avançadas. Entretanto, alguns autores têm observado correlação genética desfavorável entre peso em várias idades e

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada à FCAV - UNESP/Jaboticabal pelo primeiro autor. Apoio financeiro da FAPESP.

² Estudante de pós-graduação da UNESP/Jaboticabal. Bolsista da CAPES (até outubro de 1996 e FAPESP a partir de novembro de 1996).

³ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP. E-mail: mauricio@cnpse.embrapa.br

⁴ Bolsista do CNPq.

características produtivas e de eficiência reprodutiva em fêmeas bovinas de corte (MARIANTE, 1978; DeNISE et al., 1983). Outros autores (BARBOSA, 1991; JENKINS et al., 1991; BULLOCK et al., 1993) verificaram correlação genética positiva entre peso em idades jovens e peso adulto ou à maturidade em fêmeas bovinas de corte, indicando que a seleção para peso deve aumentar o peso adulto das vacas do rebanho. Nos últimos anos, o perímetro escrotal dos machos também tem sido considerado nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil, visando melhorar a eficiência reprodutiva dos rebanhos, em função de sua herdabilidade ser de magnitude média a alta (MARTINS FILHO e LÔBO, 1991; ALENCAR et al., 1993a; LÔBO et al., 1995; BERGMANN et al., 1996; e QUIRINO e BERGMANN, 1997) e de haver evidências de ser relacionado favoravelmente à fertilidade nos machos (McCOSKER et al., 1990) e nas fêmeas (BRINKS et al., 1978; TOELLE e ROBISON, 1985; MEYER et al., 1991; MARTINS FILHO e LÔBO, 1991; ALENCAR et al., 1993b; GRESSLER et al., 1998). Entretanto, antes de se investir em um programa de seleção para essas características, é necessário que melhor se estudem as relações entre elas e as características de eficiência reprodutiva e de crescimento nas fêmeas, dada a importância econômica das primeiras e o custo de manutenção do rebanho de vacas. O objetivo deste trabalho foi estimar as herdabilidades e as correlações genéticas do peso e do perímetro escrotal de machos aos 12 meses de idade e dos pesos e das idades ao primeiro e segundo partos, do peso adulto e dos parâmetros da curva de crescimento de fêmeas, na raça Canchim.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste estudo são provenientes de animais do rebanho de bovinos da raça Canchim, pertencente ao Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), localizado no município de São Carlos, região central do Estado de São Paulo.

Os animais desse rebanho foram criados, desde o início de sua formação, em regime exclusivo de pastos, principalmente dos capins pangola (*Digitaria decumbens*), colônia (*Panicum maximum*), gordura (*Melinis minutiflora*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), grama batatais (*Paspalum notatum*), braquiária (*Brachiaria decumbens*), Marandu (*B. brizantha*), Andropogon (*Andropogon gayanus*), Coastcross

(*Cynodon dactylon*) e Tanzânia (*P. maximum*), recebendo suplementação de minerais durante todo o ano.

Até o ano de 1975, as novilhas entraram em reprodução com, aproximadamente, 34 meses de idade e 360 kg de peso vivo. A partir de 1976, a idade de entrada em reprodução foi reduzida para 24 a 28 meses e cerca de 300 kg de peso vivo. Em geral, as vacas foram colocadas com touros após a desmama dos bezerros, ou seja, sete a oito meses após a parição. Esse tipo de manejo foi modificado em 1969, quando todas as vacas que pariram antes do início da estação de monta foram colocadas em reprodução. Nova mudança ocorreu a partir de 1976 (exceto 1977, quando o manejo anterior foi utilizado), quando todas as vacas foram colocadas com touros durante a estação de monta, com exceção daquelas prenhes da estação anterior e que iam parir após o término da estação vigente. Durante as estações de monta, cada touro foi colocado, com aproximadamente 30 vacas, em piquetes isolados. A partir de 1979, começou-se a utilizar também a inseminação artificial. Em vários anos foram utilizadas duas estações de monta, uma no primeiro semestre e outra no segundo semestre, mas que não tinham um mês fixo para iniciar nem para terminar, com duração variável (dois a quatro meses). A eliminação de vacas do rebanho se deu principalmente por motivos de doença e, ou, acidente; contudo, a partir de 1977, iniciou-se o descarte de vacas consideradas de fertilidade mais baixa, ou seja, que saíssem vazias de duas estações de monta consecutivas. A partir de 1979, a seleção de novilhas para entrada em reprodução foi feita antes do início da estação de monta, por volta de 22 meses de idade, ocasião em que se considerou, além de caracteres raciais, o desenvolvimento dos animais. Procurou-se manter no rebanho apenas novilhas prenhes da primeira estação de monta.

O rebanho estudado foi mantido fechado desde sua formação. Durante todo o período considerado neste trabalho, acasalamentos endogâmicos foram evitados e os cuidados sanitários normais da região foram tomados. Mais informações sobre origem e manejos alimentar, sanitário e reprodutivo dos animais do rebanho estudado podem ser obtidas em ALENCAR et al. (1981) e BARBOSA (1991).

Neste trabalho foram estimadas as herdabilidades e as correlações genéticas do peso e do perímetro escrotal aos 12 meses de idade dos machos, do peso adulto das fêmeas, das idades e pesos ao primeiro e segundo partos das fêmeas e dos parâmetros A (peso assintótico) e k (taxa de maturação) da curva de

crescimento das fêmeas. Foram considerados apenas os dados de desempenho dos animais criados em regime exclusivo de pastagens. Os dados de desempenho dos animais que por algum motivo receberam suplementação alimentar foram descartados, considerando-se apenas as identificações e os *pedigrees* dos mesmos, com o objetivo de se construir a matriz de parentesco.

Foram utilizados os pesos aos 12 meses de idade (P12) de 2432 machos nascidos de 1953 a 1996. Os pesos dos animais foram padronizados para 365 dias de idade considerando-se o ganho médio diário da desmama aos 12 meses de idade. As medidas do perímetro escrotal (PE12) foram tomadas com uma fita métrica metálica milimetrada, na posição mediana da bolsa escrotal, no ponto de maior dimensão, envolvendo as duas gônadas e a pele escrotal, por ocasião da pesagem aos 12 meses de idade. Foram utilizados dados de perímetro escrotal de 857 animais nascidos de 1982 a 1996, com exceção de 1990, ano de nascimento dos animais que não foram medidos.

O modelo não-linear utilizado para descrever o crescimento do animal em função do tempo foi o de Von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1957), que, segundo FREITAS et al. (1998), descreve de forma satisfatória o crescimento das fêmeas do rebanho considerado neste estudo. Nesse modelo, o parâmetro A é o peso assintótico e representa o peso à maturidade, ou seja, o peso quando o tempo t tende ao infinito, e o parâmetro k é a taxa de maturação, ou seja, a velocidade com que o animal atinge o peso assintótico. Para estimar os parâmetros da curva de crescimento pelo modelo Von Bertalanffy utilizaram-se o procedimento NLIN (SAS, 1996) e dados de 486 vacas nascidas de 1953 a 1975.

O peso adulto (PAD) das fêmeas foi considerado como o peso logo após o parto, para vacas de 4, 5, 6 a 8 e ≥ 9 anos de idade. Foi considerado apenas um peso para cada vaca e, no caso de a vaca possuir mais de um peso, considerou-se aquele peso mais próximo de seis anos de idade. Foram consideradas 956 vacas paridas de 1977 a 1997.

Para as idades ao primeiro (IPP) e segundo (ISP) partos, utilizaram-se os dados de 1466 e 1136 fêmeas nascidas de 1953 a 1994 e 1953 a 1993, respectivamente. Para os pesos ao primeiro (PPP) e segundo (PSP) partos foram considerados os dados de, respectivamente, 927 e 769 fêmeas paridas de 1977 a 1997.

As estimativas dos componentes de variância e de covariância e dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança res-

trita livre de derivadas (DFREML), utilizando-se o programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1993). O modelo matemático utilizado incluiu efeitos fixos e os efeitos aleatórios aditivos diretos. Foram feitas análises de uma característica de cada vez, para obter os componentes de variância e estimar as herdabilidades de cada característica, e análises de duas características de cada vez, para obter os componentes de variância e covariância e estimar as correlações genéticas das características dos machos com as características das fêmeas e, neste caso, a covariância residual entre as duas características foi considerada igual a zero, uma vez que as medidas foram feitas em animais diferentes. Na matriz de parentesco (6935 animais), os animais base utilizados foram os 5/8 Charolês + 3/8 Zebu, que, cruzados entre si, produziram os primeiros bimestiços, denominados de Canchim.

Utilizou-se o mesmo modelo matemático para todas as características, variando-se apenas os efeitos fixos considerados, os quais foram representados por grupo de contemporâneos (GC), idade da vaca ao parto (IV em anos) e idade do macho aos 12 meses (I12 em dias como covariável), dependendo da característica. Os GC foram compostos pela combinação de ano de nascimento ou de parto e época de nascimento ou de parto (1 = janeiro a março; 2 = abril a junho; 3 = julho a setembro; e 4 = outubro a dezembro). Para P12 dos machos e os parâmetros A e k da curva de crescimento, IPP e ISP das fêmeas, os efeitos fixos foram compostos pelo GC (86, 21, 21, 73 e 70 grupos, respectivamente) ano de nascimento - época de nascimento. Para PE12 os efeitos fixos foram compostos pelo GC (30 grupos) ano de nascimento - época de nascimento e pela covariável I12 (efeito linear). Para PPP e PSP os efeitos fixos foram compostos pelo GC (48 e 47 grupos, respectivamente) ano do parto - época do parto. Para PAD os efeitos fixos foram compostos pelo GC (45 grupos) ano do parto - época do parto e pela IV (4, 5, 6 a 8 e ≥ 9 anos). Foram considerados GC com no mínimo cinco observações.

Resultados e Discussão

Os componentes de variância e as herdabilidades das características estudadas são apresentados na Tabela 1. A estimativa de herdabilidade de P12 dos machos foi igual a 0,37, valor inferior aos de 0,70 e 0,68 obtidos por OLIVEIRA (1979) e ALENCAR et al. (1993a), pelo método dos quadrados mínimos, para o peso aos 12 meses de idade de machos da raça

Canchim. Este valor indica, entretanto, que há variação genética aditiva no peso aos 12 meses de idade suficiente para incluí-lo em um programa de seleção.

A herdabilidade do perímetro escrotal aos 12 meses de idade estimada neste trabalho (0,30) foi inferior ao valor de 0,40 obtido por ALENCAR et al. (1993a), pelo método dos quadrados mínimos, para a raça Canchim. A estimativa está dentro da amplitude de 0,23 a 0,65 daquelas estimadas para a raça Nelore (LÔBO et al., 1995; BERGMANN et al., 1996; e QUIRINO e BERGMANN, 1997), pelo método REML, apesar de ser mais baixa que a média (0,45). MEYER et al. (1991), também utilizando a metodologia REML, estimaram valor bem próximo ao deste estudo (0,26) para animais de raças sintéticas oriundas de Zebu. O valor obtido neste trabalho, entretanto, indica que há variação genética aditiva moderada no perímetro escrotal aos 12 meses de idade, sugerindo a possibilidade de se obter progresso genético na característica pela seleção.

Observam-se (Tabela 1) estimativas de herdabilidade de magnitude baixa para IPP (0,12) e ISP (0,04). No caso de IPP, a estimativa está dentro do intervalo daquelas reportadas (OLIVEIRA FILHO et al., 1979; ALENCAR et al., 1982; BARBOSA, 1991) para a raça Canchim, que variaram de -0,03 a 0,22, e é igual à média (0,12) das mesmas, todas obtidas pelo método dos quadrados mínimos.

A estimativa para ISP é, entretanto, menor que o valor de 0,34 encontrado por BARBOSA (1991), para a raça Canchim. Os valores obtidos neste estudo indicam que essas características devem apresentar pouca resposta à seleção.

Com relação aos pesos ao primeiro (PPP) e segundo (PSP) partos, as estimativas de herdabilidade foram médias (0,33 e 0,39, respectivamente), indicando que são características que respondem à seleção (Tabela 1).

Para o peso adulto (PAD), a estimativa de herdabilidade (0,38) é de magnitude média, concordando com os valores de 0,42 (Canchim) e 0,36 (Nelore) reportados por BARBOSA (1991) e ROSA et al. (1998), respectivamente. Está, entretanto, abaixo do valor (0,45) encontrado por NORTH CUTT e WILSON (1993) para a raça Angus e da média (0,51) de 25 estimativas reportada por KOOTS et al. (1994). O valor encontrado indica que o peso adulto das vacas pode ser modificado pela seleção.

Observam-se (Tabela 1) estimativas de herdabilidade de magnitude média para os parâmetros A (0,38) e k (0,35). A estimativa para o parâmetro A está dentro da amplitude de 0,09 a 0,69 e é igual à média (0,38) daquelas obtidas para fêmeas zebuínas no Brasil (DUARTE, 1975; LUDWIG et al., 1979; CARRIJO, 1988; OLIVEIRA, 1995; e ELIAS, 1998). A estimativa para o parâmetro k, entretanto, é supe-

Tabela 1 - Componentes² de variância e herdabilidade² de P12 e PE12 dos machos e A, k, IPP, PPP, ISP, PSP e PAD das fêmeas, obtidos por meio de análises unicaráter
Table 1 - Variance components² and heritability² of male BW12 and SC12, and female A, k, AFC, BWFC, ASC, BWSC and AW, obtained by one trait analyses

Caract. ⁽¹⁾ Trait	σ_a^2	σ_e^2	σ_p^2	h_a^2	e^2
P12 (BW12)	444,70	770,72	1215,42	0,37	0,63
PE12 (SC12)	2,13	5,02	7,14	0,30	0,70
A (A)	3645,85	5920,02	9565,87	0,38	0,62
k (k)	0,66*	1,20*	1,86*	0,35	0,65
IPP (AFC)	3543,77	26552,10	30095,87	0,12	0,88
PPP (WFC)	846,57	1727,26	2573,83	0,33	0,67
ISP (ASC)	2389,93	52324,70	54714,62	0,04	0,96
PSP (WSC)	1150,42	1818,48	2968,90	0,39	0,61
PAD (CAW)	1074,79	1776,80	2851,59	0,38	0,62

¹ P12, PE12, A, k, IPP, PPP, ISP, PSP e PAD são peso e perímetro escrotal dos machos aos 12 meses de idade e parâmetros A e k da curva de crescimento, idade e peso ao primeiro parto, idade e peso ao segundo parto e peso adulto das fêmeas, respectivamente.

σ_a^2 , σ_e^2 , σ_p^2 , h_a^2 e e^2 são componentes de variância aditivo direto, residual e fenotípico total, herdabilidade direta e proporção do componente residual em relação ao fenotípico total, respectivamente.
* x 10.000.

¹ BW12, SC12, A, k, AFC, WFC, ASC, WSC and CAW are male body weight and scrotal circumference at 12 months, and female A and k growth curve parameters, age and weight at first calving, age and weight at second calving, and adult weight, respectively.

σ_a^2 , σ_e^2 , σ_p^2 , h_a^2 and e^2 are additive genetic, residual and phenotypic variance components, heritability, and proportion of the residual component to total phenotypic component, respectively.

rior aos valores (-0,20 a 0,15) obtidos pelos mesmos autores. As estimativas obtidas neste trabalho indicam que é possível mudar, pela seleção, os parâmetros da curva de crescimento das fêmeas do rebanho estudado.

As estimativas das correlações genética e fenotípica entre os parâmetros A e k da curva de crescimento das fêmeas foram iguais a -0,74 e -0,75. A correlação genética está dentro dos limites de amplitude (-0,71 a -0,77) e concorda com a média (-0,73) daqueles valores estimados para fêmeas de raças zebuínas no Brasil (DUARTE, 1975; CARRIJO, 1988; OLIVEIRA, 1995; e ELIAS, 1998). A correlação fenotípica, entretanto, está acima dos valores obtidos por esses mesmos autores (-0,25 a -0,70). O valor obtido para a correlação genética neste trabalho indica que as variações genéticas aditivas responsáveis pelo aumento no peso assintótico são, na grande maioria, responsáveis pela redução na taxa de maturação das fêmeas da raça Canchim. Juntamente com os valores de herdabilidade, esse valor de correlação genética indica que é possível obter mudanças genéticas no padrão de crescimento dos animais do rebanho estudado. Entretanto, é difícil elevar a taxa de maturação mantendo o mesmo peso adulto, uma vez que aumentos na taxa de maturação normalmente são acompanhados de decréscimos no peso assintótico.

Na Tabela 2 são apresentados os componentes de variância e covariância e as estimativas das correlações genéticas entre P12 dos machos e as características das fêmeas, obtidos por meio das

análises envolvendo duas variáveis. As estimativas de herdabilidade das características estudadas, obtidas por essas análises, são muito semelhantes às aquelas obtidas pelas análises de uma característica de cada vez.

A correlação genética entre P12 dos machos e o parâmetro A (peso assintótico) das fêmeas foi baixa (0,19) e positiva. Outros autores encontraram valores bem maiores que o deste estudo, para bovinos de corte. JENKINS et al. (1991), utilizando o modelo de Brody, obtiveram o valor de 0,60 para a correlação genética entre o parâmetro A e o peso aos 12 meses de idade. OLIVEIRA (1995), no Brasil, utilizando o mesmo modelo usado neste estudo, obteve correlação de 0,89, para fêmeas da raça Guzerá. ROSA et al. (1979), entretanto, com o modelo de Brody, estimaram correlação mais baixa (0,09), para animais da raça Nelore. O valor obtido neste estudo indica que pequena porção dos genes de ação aditiva que age sobre o peso aos 12 meses dos machos também influi no peso assintótico das fêmeas, no mesmo sentido.

A correlação genética entre o peso aos 12 meses nos machos e o parâmetro k da curva de crescimento das fêmeas foi alta e positiva (0,62), discordando dos resultados de BROWN et al. (1972), que obtiveram o valor de -0,23 para as mesmas características (modelo de Brody) para fêmeas da raça Hereford. OLIVEIRA (1995), para fêmeas da raça Guzerá no Brasil, utilizando o modelo de Von Bertalanffy, estimou o valor de -0,70. Por outro lado, BROWN et al. (1972) e JENKINS et al. (1991) reportaram valores positivos iguais a 0,95 e 0,36, para fêmeas Angus e de

Tabela 2 - Componentes² de (co)variância e correlações genéticas² de P12 (caract. 1) dos machos com IPP, PPP, ISP, PSP, A, k e PAD (caract. 2) das fêmeas

Table 2 - Variance and covariance components², and genetic correlations² among male BW12 (trait 1) and female AFC, BWFC, ASC, BWSC, A, k, and AW (trait 2)

Caract.2 ⁽¹⁾ Trait2	P12 ⁽¹⁾ BW12			Caract.2 Trait2			Caract.1,2 Traits1,2	
	σ_{a1}^2	σ_{e1}^2	h_{a1}^2	σ_{a2}^2	σ_{e2}^2	h_{a2}^2	σ_{a1a2}	r_g
A (A)	449,43	767,49	0,37	3671,38	5900,03	0,38	249,19	0,19
k (k)	426,31	784,63	0,35	0,59*	1,27*	0,32	98,32**	0,62
IPP (AFC)	439,06	775,27	0,36	3595,80	26.566,83	0,12	-731,65	-0,58
PPP (WFC)	453,59	765,58	0,37	994,77	1639,71	0,38	461,60	0,69
ISP (ASC)	440,28	774,13	0,36	2312,81	52.469,12	0,04	-560,48	-0,56
PSP (WSC)	430,73	782,15	0,36	1238,50	1772,87	0,41	446,52	0,61
PAD (CAW)	462,38	758,68	0,38	1183,83	1715,34	0,41	440,94	0,60

¹ P12, A, k, IPP, PPP, ISP, PSP e PAD são peso dos machos aos 12 meses de idade e parâmetros A e k da curva de crescimento, idade e peso ao primeiro parto, idade e peso ao segundo parto e peso adulto das fêmeas, respectivamente.

σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , h_a^2 e r_g são componentes de variância aditivo direto e residual e de covariância aditiva direta, herdabilidade direta e correlação genética, respectivamente.

* x 10.000; ** x 1.000.

¹ BW12, A, k, AFC, BWFC, ASC, BWSC and AW are male body weight at 12 months, and female A and k growth curve parameters, age and weight at first calving, age and weight at second calving, and adult weight, respectively.

σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , h_a^2 and r_g are additive genetic and residual variance and additive covariance components, heritability, and genetic correlation, respectively.

várias raças, respectivamente. O valor da correlação genética obtido neste trabalho indica que a seleção para peso aos 12 meses de idade nos machos deve resultar em fêmeas com maior taxa de maturação. Este resultado parece contraditório considerando-se a correlação genética negativa (-0,74) entre os parâmetros A e k e a correlação positiva entre P12 nos machos e A das fêmeas obtida neste trabalho. Entretanto, considerando-se a magnitude das correlações obtidas neste trabalho (0,19 e 0,62), os resultados parecem normais, uma vez que a correlação entre P12 e A é baixa, indicando que a seleção para aumentar P12 nos machos não deve resultar em mudanças no peso assintótico das fêmeas, apesar de elevar a taxa de maturação daquelas.

Observam-se, Tabela 2, estimativas de correlação genética altas e favoráveis entre P12 dos machos e IPP (-0,58) e ISP (-0,56) das fêmeas, concordando com os resultados de BARBOSA (1991), que relatou correlações genéticas negativas entre o peso aos 12 meses de idade e as idades ao primeiro e segundo partos, em fêmeas da raça Canchim. MARIANTE (1978), entretanto, obteve correlação genética positiva (desfavorável) entre o peso aos 12 meses de idade e a idade ao primeiro parto, em vacas da raça Nelore no Brasil. No presente estudo, os resultados sugerem que a seleção de machos para aumentar o peso aos 12 meses de idade deve resultar em maior precocidade reprodutiva das fêmeas. Este resultado parece lógico, já que o desenvolvimento ponderal das

fêmeas foi um dos critérios utilizados para a entrada das novilhas em reprodução.

As correlações genéticas entre o peso dos machos aos 12 meses de idade e os pesos das fêmeas ao primeiro parto (0,69), ao segundo parto (0,61) e à idade adulta (0,60) foram altas e positivas (Tabela 2). Estes valores concordam com o valor de 0,65 encontrado por BARBOSA (1991) para a correlação genética entre os pesos aos 12 meses de idade e à idade adulta de fêmeas da raça Canchim, entretanto são inferiores ao de 0,89 relatado por BULLOCK et al. (1993) para as mesmas características na raça Hereford. As correlações estimadas neste trabalho indicam que a seleção para elevar o peso aos 12 meses de idade, nos machos, aumentará também os pesos ao parto e à idade adulta, nas fêmeas.

Na Tabela 3 são apresentados os componentes de variância e covariância e as correlações genéticas entre PE12 dos machos e as características das fêmeas, quando as análises foram feitas com duas características de cada vez. Observa-se que as herdabilidades de todas as características são muito semelhantes àsquelas obtidas pelas análises de uma característica de cada vez.

As estimativas da correlação genética de PE12 com PPP (0,09) e PSP (0,07) são baixas (Tabela 3), indicando que a seleção para elevar o perímetro escrotal nos machos não deve resultar em aumento significativo nos pesos das fêmeas ao primeiro e segundo partos, o que é desejável. Por outro lado, as

Tabela 3 - Componentes² de (co)variância e correlações genéticas² de PE12 (caract. 1) dos machos com IPP, PPP, ISP, PSP, A, k e PAD (caract. 2) das fêmeas

Table 3 - Variance and covariance components², and genetic correlations² among male SC12 (trait 1) and female AFC, WFC, ASC, WSC, A, k, and CAW (trait 2)

Caract.2 ⁽¹⁾	PE12 ⁽¹⁾			Caract.2			Caract.1,2	
Trait2	SC12			Trait2			Traits1,2	
	σ_{a1}^2	σ_{e1}^2	h_{a1}^2	σ_{a2}^2	σ_{e2}^2	h_{a2}^2	σ_{a1a2}	r_g
A (A)	2,16	4,99	0,30	3825,90	5774,62	0,40	-21,74	-0,24
K (k)	2,17	4,98	0,30	0,69*	1,18*	0,37	33,39*	0,27
IPP (AFC)	2,01	5,11	0,28	3680,12	26.432,13	0,12	-40,38	-0,47
PPP (WFC)	2,17	4,98	0,30	852,24	1723,33	0,33	3,82	0,09
ISP (ASC)	2,04	5,08	0,29	2104,95	52.594,98	0,04	-43,96	-0,67
PSP (WSC)	2,16	4,99	0,30	1168,78	1804,79	0,39	3,27	0,07
PAD (CAW)	2,07	5,06	0,29	1054,23	1791,43	0,37	-7,84	-0,17

¹ PE12, A, k, IPP, PPP, ISP, PSP e PAD são perímetro escrotal dos machos aos 12 meses de idade e parâmetros A e k da curva de crescimento, idade e peso ao primeiro parto, idade e peso ao segundo parto e peso adulto das fêmeas, respectivamente.

² σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , h_a^2 e r_g são componentes de variância aditivo direto e residual e de covariância aditiva direta, herdabilidade direta e correlação genética, respectivamente.

* x 10.000.

¹ SC12, A, k, AFC, WFC, ASC, WSC and CAW are male scrotal circumference at 12 months, and female A and k growth curve parameters, age and weight at first calving, age and weight at second calving, and adult weight, respectively.

² σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , h_a^2 and r_g are additive genetic and residual variance and additive covariance components, heritability, and genetic correlation, respectively.

correlações genéticas de PE12 com IPP (-0,47) e ISP (-0,67) indicam que a seleção para aumentar o perímetro escrotal nos machos deve resultar em redução nas idades das fêmeas aos partos, o que também é desejável. Este resultado concorda com outros obtidos no Brasil, como ALENCAR et al. (1993b), na raça Canchim, e MARTINS FILHO e LÔBO (1991) e GRESSLER et al. (1998), na raça Nelore, que reportam correlações genéticas entre o perímetro escrotal de machos e a idade das fêmeas ao primeiro parto iguais a -0,91; -0,44 e -1,00, respectivamente. No exterior, BRINKS et al. (1978), TOELLE e ROBISON (1985) e MEYER et al. (1991) também relatam correlação genética favorável entre perímetro escrotal nos machos e características reprodutivas nas fêmeas. Os resultados desse trabalho indicam que maior precocidade sexual nos machos está relacionada com maior precocidade sexual nas fêmeas.

A correlação genética entre PE12 nos machos e peso adulto (PAD) nas fêmeas foi de magnitude baixa e negativa (-0,17) (Tabela 3), resultado altamente favorável, indicando que a seleção para aumentar o perímetro escrotal nos machos não interfere no peso adulto das fêmeas.

As correlações genéticas entre o perímetro escrotal (PE12) dos machos e os parâmetros A e k da equação de Von Bertalanffy das fêmeas foram iguais a -0,24 (A) e 0,27 (k), indicando que parte dos genes com ação aditiva que atua para aumentar PE12 também atua para elevar k e diminuir A (Tabela 3). Estes resultados são interessantes, pois maior precocidade sexual nos machos (maior PE12) está ligada à maior precocidade de crescimento nas fêmeas (maior k e menor A). Portanto, a seleção para aumentar o perímetro escrotal nos machos resultará em fêmeas de menor peso assintótico e maior taxa de maturação, o que é desejável. Este resultado concorda plenamente com aquele obtido para PE12 e o peso adulto (PAD), ou seja, maior PE12 menor peso à maturidade das fêmeas.

Conclusões

A seleção para peso e perímetro escrotal dos machos aos 12 meses de idade e para os pesos das fêmeas ao primeiro e segundo partos e à idade adulta de bovinos da raça Canchim deve resultar em progresso genético nessas características. É possível mudar o padrão de crescimento das fêmeas pela seleção para os parâmetros A e k da curva de crescimento de Von Bertalanffy. A seleção para as

idades das fêmeas ao primeiro e segundo partos deve resultar em pequeno progresso genético. A seleção para maior peso aos 12 meses nos machos resulta em maior taxa de maturação e maior precocidade reprodutiva (menores idades ao primeiro e ao segundo partos) nas fêmeas, mas com aumentos nos seus pesos ao primeiro e segundo partos e peso adulto. A seleção para maior perímetro escrotal nos machos deve resultar em menores idades das fêmeas ao primeiro e segundo partos, sem aumento nos seus pesos, mas com incremento na taxa de maturação e redução nos pesos assintótico e adulto. A utilização do peso aos 12 meses de idade como critério de seleção deve ser acompanhada de monitoramento constante do peso adulto das vacas. O perímetro escrotal é um bom critério de seleção para aumentar a eficiência reprodutiva no Canchim.

Referências Bibliográficas

- ALENCAR, M.M., BARBOSA, P.F., BARBOSA, R.T. 1993a. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(4):572-583.
- ALENCAR, M.M., BARBOSA, P.F., FREITAS, A.R. et al. Análise genética de parâmetros reprodutivos em bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBZ, 1993b. p.231.
- ALENCAR, M.M., BEOLCHI, E.A., COSTA, J.L. et al. 1982. Herdabilidade da idade ao primeiro parto de vacas da raça Canchim. *Pesq. Agropec. Bras.*, 17(8):1233-1236.
- ALENCAR, M.M., SILVA, A.H.G., BARBOSA, P.F. 1981. Efeitos da consangüinidade sobre os pesos ao nascimento e à desmama de bezerros da raça Canchim. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 10(1):151-156.
- BARBOSA, P.F. *Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim*. Ribeirão Preto, SP: FMRP, 1991. 237p. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1991.
- BERGMANN, J.A.G., ZAMBORLINI, L.C., PROCÓPIO, C.S.A. et al. 1996. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 48(1):69-78.
- BERTALANFFY, L.V. 1957. Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*, 32:217-230.
- BOLDMAN, K., KRIESE, L., VAN VLECK, L.D. 1993. *A manual for use of MTDFREML - A set of programs to obtain estimates of variances and covariances*. USDA-ARS.
- BRINKS, J.S., McINERNEY, J.M., CHENOWETH, P.J. 1978. Relationships of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.*, 29:28-30.
- BROWN, J.E., BROWN, C.J., BUTTS, W. T. 1972. A discussion of the genetic aspects of weight, mature weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 34(4):525-537.
- BULLOCK, K.D., BERTRAND, J.K., BENYSHEK, L.L. 1993. Genetic and environmental parameters for mature weight and

- other growth measures in Polled Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 71(7):1737-1741.
- CARRIJO, S.M. *Descrição e comparação de parâmetros de crescimento de animais das raças Chianina e Nelore*. Ribeirão Preto, SP: FMRP, 1988. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1988.
- DeNISE, R.S.K., BRINKS, J.S., RICHARDSON, G.V. et al. 1983. Relationships among the growth curve parameters and selected productivity traits in beef cows. *J. Anim. Sci.*, 57(1) (Supplement):149.
- DUARTE, F.M. *Estudo da curva de crescimento de animais da raça Nelore (Bos taurus indicus) através de cinco modelos estocásticos*. Ribeirão Preto, SP: FMRP, 1975. 284p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1975.
- ELIAS, A.M. *Análise de curva de crescimento de vacas das raças Nelore, Guzerá e Gir*. Piracicaba, SP: ESALQ, 1998. 128p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 1998.
- FREITAS, A.R., ALENCAR, M.M., SILVA, A.S. Ajuste de modelos não lineares em bovinos de corte. I. Padrão de crescimento da população. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.341-343.
- GRESSLER, S.L., BERGMANN, J. A. G., PENNA, V. M. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.368-370.
- JENKINS, T.G., KASPS, M., CUNDIF, L.V., FERREL, C. L. 1991. Evaluations of between and within breed variation in measures of weight-age relationships. *J. Anim. Sci.*, 69(8):3118-3128.
- KOOTS, K.R., GIBSON, J.P., SMITH, C. et al. 1994. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. heritability. *Anim. Breeding Abst.*, 62(5):309-338.
- LÔBO, R.B., REYES, A. de los, BEZERRA, L.A.S. et al. Parâmetros fenotípicos e genéticos de pesos e perímetro escrotal às idades-padrão em animais da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. *Anais...*Brasília: SBZ, 1995. p.625-627.
- MARIANTE, A. da S. 1978. *Growth and reproduction in Nelore cattle in Brazil: genetic parameters and effects of environmental factors*. Gainesville: University of Florida, 1978. 131p. Thesis (Phylosophy Doctor) - University of Florida, 1978.
- MARTINS FILHO, R., LÔBO, R. B. 1991. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. *Rev. Bras. Genet.*, 14(1):209-212.
- MEYER, K., HAMMOND, K. MACKINNON., M.J. et al. 1991. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 69(8):3533-3543.
- McCOSKER, T.H., TURNER, A. F., McCOOL, C. J. et al. 1990. Brahman bull fertility in North Australian rangeland herd. *Anim. Breeding Abstr.*, 58(1):30.
- NORTH CUTT, S.L., WILSON, D.E. 1993. Genetic parameters estimates and expected progeny differences for mature size in Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 71(5):1148-1153.
- OLIVEIRA, H.N. *Análise genético-quantitativa da curva de crescimento de fêmeas da raça Guzerá*. Ribeirão Preto, SP: FMRP, 1995. 73 p. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1995.
- OLIVEIRA, J.A. *Estudo genético quantitativo de desenvolvimento ponderal do gado Canchim*. Ribeirão Preto, SP:FMRP, 1979. 146p. Tese (Doutorado em Genética). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1979.
- OLIVEIRA FILHO, E.B., DUARTE, F.A.M., KOGER, M. 1979. Genetic effects on reproduction in Canchim cattle. *Rev. Bras.Genet.*, 4:281-293.
- QUIRINO, C.R., BERGMANN, J.A.G. Herdabilidade do perímetro escrotal ajustado e não ajustado para peso corporal usando modelo animal uni e bivariado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora, *Anais...* Juiz de Fora-MG: SBZ, 1997. p.127-129.
- ROSA, A.N., LOBÔ, R.B., OLIVEIRA, H.N. et al. Variabilidade genética do peso adulto de matrizes em um rebanho Nelore do Estado de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu, SBZ, 1998. p.440-442.
- ROSA, A.N., SILVA, M.A., SILVA, J.C., BARBOSA, H.M. 1979. Análise genética de peso à maturidade e do grau de maturidade de animais da raça Nelore. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 8(1):43-56.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. *Statistical analysis systems user's guide*. 4.ed. Cary: SAS Institute, 1996. v.2.
- TOELLE, V.D., ROBISON, O.W. 1985. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. *J. Anim. Sci.*, 60(1): 89-100.
- WILLHAM, R.L. 1971. Purebreeding: achieving objectives. In: *Breeding for beef*. Meat and Livestock Commission National Conference, Proceeding Peebles, MLC. p.15-21.

Recebido em: 12/05/99

Aceito em: 05/07/00